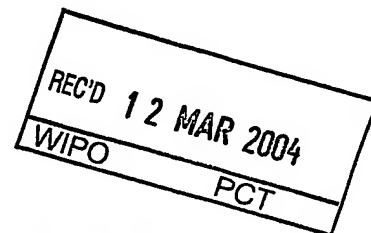


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



EP 04/000218

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 01 967.7

Anmeldetag: 20. Januar 2003

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

Bezeichnung: Verkehrsbeschränkung bei paketerorientierten Netzen mittels linkabhängiger Grenzwerte für den die Netzgrenzen passierenden Verkehr

IPC: H 04 L 12/56

BEST AVAILABLE COPY

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 30. Januar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Feuer

Beschreibung

Verkehrsbeschränkung bei paketorientierten Netzen mittels
linkabhängiger Grenzwerte für den die Netzgrenzen passieren-
5 den Verkehr

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verkehrsbegrenzung
in einem paketorientierten Netz.

10 Derzeit ist die Entwicklung von Technologien für paketbasier-
te Netze ein zentrales Betätigungsfeld für Ingenieure aus den
Gebieten der Netztechnik, der Vermittlungstechnik und der In-
ternet-Technologien.

15 Dabei steht das Ziel im Vordergrund, möglichst ein paketori-
entiertes Netz für beliebige Dienste verwenden zu können.
Traditionell werden über paketorientierte Netze zeitunkriti-
sche Datenübertragungen vorgenommen, wie z.B. der Transfer
von Dateien oder elektronischer Mail. Sprachübertragung mit
20 Echtzeitanforderungen wird traditionell über Telefonnetze mit
Hilfe von der Zeitmultiplextechnik abgewickelt. Man spricht
in diesem Zusammenhang häufig auch von TDM (time division
multiplexing) Netzen. Mit der Verlegung von Netzen mit hoher
Bandbreite bzw. Übertragungskapazität ist neben der Daten-
und Sprachübertragung auch die Realisierung von Bild-
bezogenen Diensten in den Bereich des Machbaren gerückt.
Übertragung von Videoinformationen in Echtzeit, z.B. im Rah-
men von Video-on-demand Diensten oder Videokonferenzen, wird
eine wichtige Kategorie von Diensten zukünftiger Netze sein.

30 Die Entwicklung zielt dahin, möglichst alle Dienste, datenbe-
zogene, sprachbezogene und auf Videoinformationen bezogene,
über ein paketorientiertes Netz durchführen zu können. Für
die verschiedenen Anforderung bei der Datenübertragung im
35 Rahmen der verschiedenen Dienste definiert man üblicherweise
Dienstklassen. Die Übertragung mit einer definierten Dienst-
qualität (quality of service) vor allem bei Diensten mit

Echtzeitanforderungen verlangt eine entsprechende Steuerung bzw. Kontrolle für die Paketübertragung über das Netz. Im Englischen gibt es eine Reihe von Begriffen die sich auf die Kontrolle bzw. Steuerung des Verkehrs beziehen: traffic management, traffic conditioning, traffic shaping, traffic engineering, policing etc. Verschiedene Vorgehensweisen für eine Kontrolle bzw. Steuerung für den Verkehr eines paketorientierten Netzes sind in der einschlägigen Literatur beschrieben.

10

Bei ATM (asynchronous transfer mode) Netzen wird für jede Datenübertragung auf der gesamten Übertragungsstrecke eine Reservierung vorgenommen. Durch die Reservierung wird das Verkehrsaufkommen beschränkt. Zur Überwachung findet abschnittsweise eine Überlastkontrolle statt. Eine eventuelle Verwerfung von Paketen wird nach Maßgabe des CLP-Bits (CLP: Cell loss priority) des Paketheaders vorgenommen.

15

Das Diff-Serv Konzept wird bei IP (internet protocol) Netzen angewendet und zielt auf eine bessere Dienstqualität für Dienste mit hohen Qualitätsanforderungen durch Einführung von Dienstklassen. Man spricht in diesem Zusammenhang auch häufig von einem CoS (class of service) Modell. Das Diff-Serv Konzept ist in den von der IETF veröffentlichten RFCs mit den Nummern 2474 und 2475 beschrieben. Im Rahmen des Diff-Serv Konzepts wird mit Hilfe eines DS (Differentiated Services) Feldes im IP Header der Datenpakete durch Setzen des DSCP (DS codepoint) Parameters eine Priorisierung des Paketverkehrs vorgenommen. Diese Priorisierung erfolgt mit Hilfe einer „per hop“ Ressourcenallokation, d.h. die Pakete erfahren bei den Knoten je nach der im DS Feld durch den DSCP Parameter festgelegten Dienstklasse (class of service) eine unterschiedliche Behandlung. Die Kontrolle bzw. Steuerung des Verkehrs wird also nach Maßgabe von den Dienstklassen vorgenommen. Das Diff-Serv Konzept führt zu einer privilegierten Behandlung von dem Verkehr priorisierter Dienstklassen, nicht jedoch zu einer zuverlässigen Kontrolle des Verkehrsvolumens.

20

25

30

35

Ein anderer Ansatz für im Hinblick auf eine quality of service Übertragung über IP Netze ist durch das RSVP (resource reservation protocol) gegeben. Bei diesem Protokoll handelt es sich um ein Reservierungsprotokoll, mit dessen Hilfe eine Bandbreitenreservierung entlang eines Pfades vorgenommen wird. Über diesen Pfad kann dann eine quality of service (QoS) Übertragung stattfinden. Das RSVP Protokoll wird zusammen mit dem MPLS (multi protocol label switching) Protokoll eingesetzt, das virtuelle Pfade über IP Netze ermöglicht. Für eine Garantie der QoS Übertragung wird in der Regel entlang des Pfades das Verkehrsaufkommen kontrolliert und gegebenenfalls beschränkt. Durch die Einführung von Pfaden verliert man jedoch viel von der ursprünglichen Flexibilität von IP Netzen.

Zentral für Garantien von Übertragungsqualitätsparametern ist eine effiziente Kontrolle des Verkehrs. Bei einer Kontrolle des Verkehrsaufkommen im Rahmen von Datenübertragung über paketorientierte Netze ist zudem auf eine hohe Flexibilität und geringe Komplexität bei der Datenübertragung zu achten, wie sie z.B. IP Netze in hohem Maße aufweisen. Diese Flexibilität bzw. geringe Komplexität geht bei der Verwendung des RSVP Protokolls mit einer Ende-zu-Ende Pfadreservierung jedoch zu einem großen Teil wieder verloren. Andere Verfahren wie Diff-Serv führen zu keinen garantierten Dienstklassen.

Die Erfindung hat zur Aufgabe, eine effiziente Verkehrskontrolle für ein paketorientiertes Netz anzugeben, das die Nachteile herkömmlicher Verfahren vermeidet.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Verkehrsbegrenzung in einem paketorientierten Netz nach Anspruch 1 oder Anspruch 2 gelöst.

Im Rahmen der erfindungsgemäßen Verfahren wird für eine Gruppe von über das Netz zu übertragenden Datenpaketen eines

Flows eine auf einen Teilabschnitt bezogene Zulässigkeitsprüfung durchgeführt. Bei dem ersten erfindungsgemäßen Verfahren wird die Zulässigkeitsprüfung mittels eines Grenzwertes für den Teil des über den Teilabschnitt fließenden Verkehrs
5 durchgeführt, der bei dem Netzeingangsknoten in das Netz gelangt ist, über den auch die Gruppe von Datenpaketen in das Netz gelangen soll. Die Übertragung der Gruppe von Datenpaketen wird nicht zugelassen, wenn ein Zulassen der Übertragung zu einem den Grenzwert überschreitenden Verkehrsaufkommen
10 führen würde.

Bei dem zweiten erfindungsgemäßen Verfahren wird die Zulässigkeitsprüfung mittels eines Grenzwertes für den Teil des über den Teilabschnitt fließenden Verkehrs durchgeführt, der
15 zu dem Netzausgangsknoten weiterübertragen wird, über den die Gruppe von Datenpaketen das Netz verlassen soll. Die Übertragung der Gruppe von Datenpaketen wird nicht zugelassen, wenn ein Zulassen der Übertragung zu einem den Grenzwert überschreitenden Verkehrsaufkommen führen würde.

20 Gemäß einer Weiterbildung werden für die Pakete des Flows zwei Zulässigkeitsprüfungen durchgeführt, eine mittels des Grenzwertes für den über den Netzeingangsknoten des Flows geleiteten Verkehr, der über den Teilabschnitt fließt, die andere mit Hilfe des Grenzwertes für den über den Teilabschnitt
25 geleiteten Verkehr, der das Netz über den gleichen Netzausgangsknoten wie der Flow verlässt.

30 Zulässigkeitsprüfungen können beispielsweise bei dem Netzeingangsknoten, über den der Flow in das Netz übertragen werden soll, durchgeführt werden.

Ein Teilabschnitt kann beispielsweise durch die Verbindung von zwei Netzknoten gegeben sein. Statt Teilabschnitt werden
35 auch die Begriffe Verbindungsabschnitt und Link verwendet.

Bei dem paketorientierten Netz kann es sich auch um ein Teilnetz oder Subnetz handeln. In IP (Internet Protocol) Systemen gibt es z.B. Netzarchitekturen, bei denen das Gesamtnetz in „autonome Systeme“ bzw. „autonomous system“ genannte Netze unterteilt ist. Das erfindungsgemäße Netz kann z.B. ein autonomes System oder der Teil des Gesamtnetzes im Zuständigkeitsbereich eines Dienstanbieters (z.B. ISP: internet service provider) sein. Im Falle eines Teilnetzes können über eine Verkehrskontrolle in den Teilnetzen und eine effiziente Kommunikation zwischen den Teilnetzen Dienstparameter für eine Übertragung über das Gesamtnetz festgelegt werden.

Der Begriff „Flow“ wird üblicherweise verwendet, um den Verkehr zwischen einer Quelle und einem Ziel zu bezeichnen. Hier bezieht sich Flow auf den Eingangsknoten und den Ausgangsknoten des paketorientierten Netzes, d.h. alle Pakete eines Flows im Sinne unseres Sprachgebrauchs werden über den selben Eingangsknoten und den selben Ausgangsknoten übertragen. Die Gruppe von Paketen ist beispielsweise einer Verbindung (bei einer TCP/IP Übertragung definiert durch IP Adresse und Portnummer von Ausgangs- und Zielprozess) und/oder einer Dienstklasse zugeordnet.

Eingangsknoten des paketorientierten Netzes sind Knoten, über die Pakete in das Netz geleitet werden; Ausgangsknoten sind Knoten des Netzes, über die Pakete das Netz verlassen. In der englischsprachigen Literatur spricht man häufig von ingress nodes und egress nodes. Beispielsweise kann ein Netz gegeben sein, das Randknoten und innere Knoten umfasst. Wenn z.B. über alle Randknoten des Netzes Pakete in das Netz gelangen oder das Netz verlassen können, wären in diesem Falle die Randknoten des Netzes sowohl Netzeingangsknoten sowie Netzausgangsknoten.

Ein erfindungsgemäßer Zulässigkeitstest kann durch eine Kontrollinstanz in einem Knoten oder den Knoten vorgeschalteten

Rechnern durchgeführt werden. Eine Kontrollinstanz kann dabei für mehrere Knoten Kontrollfunktionen übernehmen.

5 Durch die erfindungsgemäße Zulässigkeitsprüfung wird das Verkehrs-
aufkommen auf einen Teilabschnitt des Netzes kontrol-
liert. Eine Grenze für das gesamte Verkehrsvolumen des Teil-
abschnittes kann durch Summation über alle Eingangsknoten
bzw. Ausgangsknoten des Netzes der auf den Teilabschnitt be-
zogenen Grenzwerte ermittelt werden. Durch die Verkehrsbe-
10 schränkung können Überlastsituationen bzw. Blockierungen auf
dem Teilabschnitt verhindert werden. Beispielsweise werden
mit Hilfe von statistischen Informationen Grenzwerte so fest-
gesetzt, dass eine Überlast bzw. Blockierung nur mit einer
sehr geringen Wahrscheinlichkeit auftritt. Verzögerungen und
15 Verwerfung von Paketen werden dadurch vermieden.

Eine erfindungsgemäße Beschränkung bzw. Kontrolle des Ver-
kehrsvolumens kann für alle Teilabschnitte des Netzes durch-
geführt werden. Für einen zu übertragenden Flow wird dann für
20 alle Teilabschnitte, über die Pakete des Flows übertragen
werden sollen, eine erfindungsgemäße Zugangskontrolle durch-
geführt und der Flow nicht zugelassen, wenn eine der Zugangs-
kontrollen nicht positiv ausfällt, d.h. für einen Link im
Pfad eines Datenpaketes des Flows der Grenzwert überschritten
25 wird.

Die Beschränkung des Verkehrsaufkommen kann im Sinne einer
Übertragung mit ausgehandelten Dienstqualitätsmerkmalen (SLA:
service level agreements) vorgenommen werden, z.B. nach Maß-
30 gabe der Priorisierung des Verkehrs. Für niedrig priorisier-
ten Verkehr kann z.B. durch der Grenzwerte eine höhere Ver-
wurfswahrscheinlichkeit in Kauf genommen werden.

Für eine Garantie für Dienste mit QoS Datenübertragung ist es
35 wichtig, das gesamte Verkehrsaufkommen innerhalb des Netzes
zu kontrollieren. Dieses Ziel kann erreicht werden, indem für
alle Netzeingangsknoten und Netzausgangsknoten Grenzwerte für

den über die Knoten geleiteten Verkehr festgesetzt werden. Die auf Teilstrecken bezogenen Grenzwerte für den über Eingangs- und Ausgangsknoten geleiteten Verkehr können mit Werten für das maximale Verkehrsaufkommen der jeweiligen

5 Teilstrecke in Zusammenhang gesetzt werden, indem die Grenzwerte für alle Netzeingangsknoten bzw. Netzausgangsknoten aufsummiert werden. Der maximale Wert für das Verkehrsaufkommen auf Teilstrecken wird sich dabei im Allgemeinen nicht nur nach der Bandbreite, sondern auch nach der verwendeten Netz-

10 werktechnologie richten. Z.B. wird in der Regel zu berücksichtigen sein, ob es sich um ein LAN (Local area Network), ein MAN (Metropolitan Area network), ein WAN (Wide Area network) bzw. ein Backbone-Netzwerk handelt. Andere Parameter als die Übertragungskapazität, wie z.B. Verzögerungen bei der

15 Übertragung, müssen z.B. für Netze für Echtzeitanwendungen mitberücksichtigt werden. Beispielsweise ist ein Auslastungsgrad nahe bei 100% für LAN mit CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access (with) Collision Detection) mit Verzögerungen verbunden, die Echtzeit-Anwendungen in der Regel ausschließen.

20 Aus den maximalen Werten für das maximale Verkehrsaufkommen auf Teilstrecken lassen sich dann die Grenzwerte für den über die Eingangs- und Ausgangsknoten geleiteten Verkehr festlegen.

Der Zusammenhang zwischen einzelnen, beispielsweise mittels Netzeingangsknoten und Netzausgangsknoten charakterisierbaren Flows und dem anteilmäßigen Verkehrsaufkommen über die einzelnen Teilstrecken des Netzes können anhand von Erfahrungswerten oder bekannten Eigenschaften von Knoten und Teilabschnitten ermittelt werden. Möglich ist auch, das Netz auszu-

30 messen, um diese die anteilmäßigen Verkehrsaufkommen über die einzelnen Teilstrecken in Abhängigkeit von Netzeingangsknoten und Netzausgangsknoten zu erhalten. In der Verkehrstheorie benutzt man häufig die Begriffe Verkehrsmatrix und Verkehrsmuster. Die Einträge der Verkehrsmatrix sind dabei

35 durch die mittlere Verkehrsmenge gegeben, die zwischen den Matrixelementen zugeordneten Paaren aus Netzeingang und Netz-

ausgang erwartet wird. Davon unterschieden wird der begriff des Verkehrsmusters, das den real anliegenden Verkehr bezeichnet. Aus Verkehrsmatrix und Informationen über das Routing innerhalb des Netzes können die erfindungsgemäß verwendeten Grenzwerte so bestimmt werden, dass Überlastsituationen vermieden werden.

Die Erfindung hat den Vorteil, dass Informationen für die Zugangskontrolle nur bei Eingangs- und Ausgangsknoten vorgehalten werden müssen. Diese Informationen umfassen für einen Eingangsknoten bzw. Ausgangsknoten z.B. die Grenzwerte und aktuellen Werte für den über den jeweiligen Knoten geleiteten Verkehr. Der Umfang der Informationen ist beschränkt. Die Aktualisierung der Information ist wenig aufwändig. Die inneren Knoten brauchen hinsichtlich der Zulässigkeitskontrolle keine Funktionen übernehmen. Das Verfahren ist somit erheblich aufwandsärmer und hat einen niedrigeren Komplexitätsgrad als Verfahren, die für einzelne Teilstrecken Zulässigkeitskontrollen vorsehen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren wie ATM oder MPLS braucht innerhalb des Netzes kein Pfad reserviert zu werden.

Erfindungsgemäße Zugangskontrollen können mit weiteren Zugangskontrollen kombiniert werden, wobei die Pakete des Flows zugelassen werden, wenn alle Zugangskontrollen positiv ausfallen. Mögliche andere Zugangskontrollen verwenden z.B. folgende Grenzwerte:

- Grenzwert für den gesamten Verkehr, der über einen Eingangsknoten (ingress node) in das Netz fließt.
- Grenzwert für den gesamten Verkehr, der über einen Ausgangsknoten (egress node) das Netz verlässt.
- Grenzwert für den gesamten Verkehr zwischen einem Paar aus einem Eingangsknoten (ingress node) und einem Ausgangsknoten (egress node).

Diese weiteren Zugangskontrollen können alle am Netzrand durchgeführt werden, so dass die inneren Knoten des Netzes

keine auf Teilstecken bezogene Zustandsinformationen für die Zugangskontrolle speichern müssen.

- Es kann ein Zusammenhang zwischen dem gesamten Verkehrsvolumen auf den einzelnen Teilstrecken des Netzes und der bei den Zulassungskontrollen verwendeten Grenzwerten aufgestellt werden. Dieser Zusammenhang kann als Optimierungsproblem mit Randbedingungen bzw. Nebenbedingungen in Form von Ungleichungen hergestellt werden. Dabei fließt das anteilmäßige Verkehrsaufkommen über die einzelnen Teilstrecken des Netzes zur Formulierung des Zusammenhangs zwischen den Verkehrsaufkommen zwischen Paaren von Netzeingangsknoten und Netzausgangsknoten und dem Verkehrsaufkommen auf Teilstrecken des Netzes ein.
- 15 Diese Formulierung erlaubt zusätzlich, weitere Kriterien in Form von Ungleichungen in die Bestimmung der Grenzen bzw. Grenzwerte für die Zulässigkeitsprüfungen aufzunehmen. Es können z.B. bei der Bestimmung von Grenzen bzw. Grenzwerten für die Zulässigkeitsprüfungen Bedingungen in Form von Ungleichungen aufgenommen werden, die ein geringes Verkehrsaufkommen von hochpriorisierten Verkehr auf Teilstrecken mit größeren Verzögerungszeiten bedingen. Ein anderes Beispiel ist das eines Ausgangsknoten, über den Pakete zu mehreren Eingangsknoten von anderen Netzen übertragen werden können, d.h. der Ausgangsknoten hat Schnittstellen zu mehreren anderen Netzen. Wenn Eingangsknoten eines der nachfolgenden Netze ein geringeres Datenvolumen als der Ausgangsknoten bearbeiten kann, kann durch eine weitere Nebenbedingung in Form einer Ungleichung sicher gestellt werden, dass der über den Ausgangsknoten zu dem Eingangsknoten geleitete Verkehr dessen Kapazität übersteigt.

- Entsprechend einer Weiterbildung der Erfindung werden bei Ausfall einer Teilstrecke die Grenzen bzw. Grenzwerte für die Zulässigkeitsprüfung bzw. die Zulässigkeitsprüfungen neu mit der Bedingung festgesetzt werden, dass über die ausgefallene Teilstrecke keine Pakete übertragen werden. Durch die erneute

Festsetzung der Grenzen wird erreicht, dass über andere Links der Verkehr geleitet wird, der sonst über den ausgefallenen Link übertragen worden wäre, ohne dass es zu einer Überlast durch den umgeleiteten Verkehr käme. Es kann so flexibel auf
5 Ausfälle reagiert werden.

Ein vorsorglicher Schutz gegen Linkausfälle kann durch die Wahl der Grenzwerte bzw. Grenzen gewährleistet werden. Dabei werden für eine Mehrzahl von möglichen Störfällen jeweils
10 Grenzen bzw. Grenzwerte bestimmt, bei denen das Verkehrsaufkommen auch im Störfall in einem zulässiger Rahmen bleibt, d.h. Parameter wie Laufzeitverzögerung und Paketverlustrate in durch die Qualitätsanforderungen für die Datenübertragung definierten Bereichen bleiben. Die Grenzen bzw. Grenzwerte
15 werden dann auf das Minimum der Werte für die untersuchten Störfälle gesetzt. D.h. jeder der Störfälle ist durch die Wahl der Grenzen bzw. Grenzwerte abgefangen. Die Mehrzahl der Störfälle kann z.B. alle Ausfälle von Links umfassen.

20 Die Erfindung wird im folgenden anhand einer Figur im Rahmen eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Die Figur zeigt ein erfindungsgemäßes Netz. Randknoten sind durch gefüllte Kreise, innere Knoten durch nicht gefüllte
25 Kreise gekennzeichnet. Links sind durch Verbindungen zwischen den Knoten dargestellt. Exemplarisch ist ein Eingangsknoten mit w , ein Ausgangsknoten mit v und ein Link mit L bezeichnet. Über den Link L wird ein Teil des Verkehrs zwischen den Knoten I und E übertragen. Zulässigkeitsprüfungen bei dem
30 Eingangsknoten w und bei dem Ausgangsknoten v stellen zusammen mit den Zulässigkeitsprüfungen bei anderen Randknoten sicher, dass keine Überlast bei dem Link L auftritt.

Im folgenden werden mathematische Zusammenhänge für das erfindungsgemäße Verfahren dargestellt. In der Praxis werden in
35 der Regel Grenzen bzw. Grenzwerte in Abhängigkeit der maximalen Linkkapazitäten festgesetzt. Ob der einfacheren mathema-

tischen Darstellung wird im folgenden der umgekehrte Fall betrachtet, d.h. in Abhängigkeit der Grenzen bzw. Grenzwerte die Dimensionierung der Links berechnet. Die Lösung des umgekehrten Problems kann dann mit numerischen Methoden erfolgen.

5

Für die folgende detailliertere Darstellung werden folgende Größen eingeführt:

10

ILB(L,w): Der Grenzwert für den Verkehr über den Link L, welcher bei dem Netzeingangsknoten w in das Netz eintritt (ILB steht für Ingress Link Budget),

ELB(L,v): Der Grenzwert für den Verkehr über den Link L, welcher bei dem Netzausgangsknoten v das Netz verlässt (ELB steht für Egress Link Budget),

15

c(L,F): das aggregierte Verkehrsaufkommen auf dem Netzschnitts bzw. Link L,

aV(w,v,L): das anteilsmäßige Verkehrsaufkommen über den Link L des gesamten Verkehrsaufkommens zwischen dem Eingangsknoten w und dem Ausgangsknoten v,

20

Ingress(w): Der Grenzwert für den Verkehr über den Netzeingangsknoten w,

Egress(v): Der Grenzwert für den Verkehr über den Ausgangsknoten v,

$\delta(w,v)$: Das Verkehrsaufkommen zwischen dem Netzeingangsknoten w und dem Netzausgangsknoten v.

BBB(w,v): die Grenze für das Verkehrsaufkommen zwischen dem Eingangsknoten w und dem Ausgangsknoten v,

30

Das Verkehrsaufkommen c(L,F) auf dem Link L setzt sich aus den aggregierten anteilsmäßigen Beiträge der einzelnen, über den Link L geleiteten Flows zusammen. Seien f_1, \dots, f_n die Flows, von denen ein Teil des Verkehrs über den Link L geleitet wird und seinen $p(L,f_i)$, $i \in \{1, \dots, n\}$, Maßzahlen für den über den Link L geleiteten Anteil des Flows f_i . Dann gilt:

35

$c(L,F) = \sum_{i=1}^n f_i * p(L,f_i)$, Summen von $i=1, \dots, n$.

Ein Flow von dem Eingangsknoten w zum Ausgangsknoten v wird nicht zugelassen, wenn bei Zulassung des Flows auf einem Link

L der Anteil von $c(L,F)$, der über den Zugangsknoten w in das Netz gelangt ist, den Grenzwert $ILB(L,w)$ übersteigen würde, oder der Anteil von $c(L,F)$, der zu dem Ausgangsknoten v fließt, den Grenzwert $ELB(L,v)$ überschreiten würde.

5

Bei der Dimensionierung des Netzes sind folgende zwei Bedingungen für alle Links L einzuhalten:

$$c(L,F) \leq \sum ILB(L,w), \text{ Summe über alle Zugangsknoten } w \quad (1)$$

10

und

$$c(L,F) \leq \sum ELB(L,v), \text{ Summe über alle Ausgangsknoten } v. \quad (2)$$

15 Für alle Links L gilt:

$$c(L,F) = \sum \delta(i,j) \cdot aV(w,v,L), \text{ Summe über alle } w \text{ und } v. \quad (3)$$

20 Z.B. mit Hilfe des Simplex-Algorithmus können für vorgegebene Werte von $ILB(L,w)$ und $ELB(L,v)$ die maximalen $c(L,F)$ berechnet werden, die die Ungleichungen (1), (2), oder (1) und (2) erfüllen. (Lösung der Gleichung (3) mit Randbedingungen (1), (2), oder (1) und (2)). Anders herum kann für einen Satz Grenzen bzw. Grenzwerte $ILB(L,w)$ bzw. $ELB(L,v)$ überprüft werden, ob auf einem Link L eine unzulässig hohe Last auftreten kann. Eine der zu hohen Last entgegenwirkende Änderung der Grenzen bzw. Grenzwerte kann in diesem Fall vorgenommen werden.

25

30 Das erfinderische Verfahren lässt auf einfache Weise zu, durch Änderung der Grenzen bzw. Grenzwerte auf Störungen zu reagieren. So kann bei dem Ausfall eines Links L der Zusammenhang diesen Link ausklammern (z.B. durch Nullsetzen aller $aV(i,j,L)$ für diesen Link L). Durch die neue Formulierung des Zusammenhangs können abgeänderte Grenzen bzw. Grenzwerte ermittelt werden, die als Zulässigkeitskriterien Überlast innerhalb des Netzes verhindern.

35

Für die Ausgestaltung mit einer zusätzlichen Zulässigkeitsprüfung

- entweder mittels eines Grenzwertes $\text{Ingress}(w)$ für den bei einem Eingangsknoten in das Netz einfließenden Verkehr,
- oder mittels eines Grenzwertes $\text{Egress}(v)$ für den bei einem Ausgangsknoten das Netz verlassenden Verkehr,
- oder mittels eines Grenzwertes $\text{BBB}(w,v)$ für das Verkehrsaufkommen zwischen Netzeingangsknoten w und Netzausgangsknoten v

lassen sich weitere Ungleichungen formulieren:

Für alle Eingangsknoten w

$$\sum \delta(w,v) \leq \text{Ingress}(w), \text{ Summe über alle } v. \quad (4)$$

Für alle Ausgangsknoten v

$$\sum \delta(w,v) \leq \text{Egress}(v), \text{ Summe über alle } w. \quad (5)$$

Für alle 2-Tupel (w,v)

$$\delta(i,j) \leq \text{BBB}(w,v). \quad (6)$$

Es gilt wieder Gleichung (3) unter Randbedingungen zu lösen.

Die Optimierung kann unter einer beliebigen Kombination von Bedingungen (1), (2), (4), (5) und (6) vorgenommen werden.

Ein Satz von Bedingungen der Form (1), (2), (4), (5) oder (6)

jeweils für alle Links L , alle Eingangsknoten w bzw. Aus-

gangsknoten v oder alle 2-Tupel (w,v) aus Eingangs- und Aus-

gangsknoten sind hinreichend für die Dimensionierung des Net-

zes. Weitere Bedingungen können jeweils beliebig als komplet-

te Sätze von Bedingungen (d.h. z.B. für alle Links L oder al-

le Eingangsknoten w) oder als Einzelbedingungen (z.B. Bedin-

gung (1) oder (2) für einen bestimmten Link L) dazugenommen

werden. Da mit zusätzlichen Bedingungen bei der Formulierung

des Problems mehr Bedingungen zu erfüllen sind, sind die ma-

ximalen Werte für $c(L,F)$ kleiner oder gleich als bei der Lösung ohne zusätzliche Bedingungen. Zusätzliche Bedingungen schränken den Lösungsraum ein und führen bei gleichen Werten für die Grenzwerte zu kleineren Werten $c(L,F)$ hinsichtlich der Dimensionierung der Links L . Bei der Umkehrung des Problems führen folglich bei gleichen vorgegebenen Werten für die maximale Kapazität $c(L,F)$ der Links L zusätzliche Bedingungen zu größeren Werten für die Grenzwerte. Man hat daher mehr Flexibilität bei der Festsetzung der Grenzen, und damit bezüglich der optimalen Auslastung des Netzes. Zusätzliche Bedingungen können z.B. nach Maßgabe der Topologie des Netzes eingeführt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verkehrsbegrenzung in einem paketorientierten Netz mit einer Mehrzahl von Teilstrecken, bei dem

- 5 - für eine Gruppe von über das Netz zu übertragenden Datenpaketen eines Flows eine Teilstrecke (L) betreffende Zulässigkeitsprüfung durchgeführt wird, wobei
 - die Gruppe von Datenpakete bei einem Netzeingangsknoten (w) in das Netz eintreten soll,
 - 10 - die Zulässigkeitsprüfung mittels eines Grenzwertes (ILB(L,w)) für den gesamten Verkehr, der bei dem Netzeingangsknoten (w) eintritt und über die Teilstrecke (L) geleitet wird, durchgeführt wird, und
 - die Übertragung der Gruppe von Datenpaketen nicht zugelassen wird, wenn das Zulassen der Übertragung zu einem den
 - 15 Grenzwert (ILB(L,w)) überschreitenden Verkehr auf der Teilstrecke (L) führen würde.

2. Verfahren zur Verkehrsbegrenzung in einem paketorientierten Netz mit einer Mehrzahl von Teilstrecken, bei dem

- 20 - für eine Gruppe von über das Netz zu übertragenden Datenpaketen eines Flows eine Teilstrecke (L) betreffende Zulässigkeitsprüfung durchgeführt wird, wobei
 - die Gruppe von Datenpakete bei einem Netzausgangsknoten (v) das Netz verlassen soll,
 - die Zulässigkeitsprüfung mittels eines Grenzwertes (ELB(L,v)) für den gesamten Verkehr, der über die Teilstrecke (L) geleitet wird und über den Netzausgangsknoten (v) das
 - 30 Netz verlässt, durchgeführt wird, und
 - die Übertragung der Gruppe von Datenpaketen nicht zugelassen wird, wenn das Zulassen der Übertragung zu einem den
 - Grenzwert (ELB(L,v)) überschreitenden Verkehr auf der
 - Teilstrecke (L) führen würde.

- 35 3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet,

- dass zwei die Teilstrecke (L) betreffende Zulässigkeitsprüfungen durchgeführt werden, wobei
- eine Zulässigkeitsprüfung entsprechend Anspruch 1 durchgeführt wird, und
- 5 - die andere Zulässigkeitsprüfung entsprechend Anspruch 2 durchgeführt wird, und
- die Übertragung der Gruppe von Datenpaketen nicht zugelassen wird, wenn ein Zulassen der Übertragung zu einem einen der beiden Grenzwerte ($ILB(L,w)$, $ELB(L,v)$) überschreitenden
- 10 Verkehr auf der Teilstrecke (L) führen würde.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- dass für alle Teilstrecken (L), über die Pakete aus der dem
 - 15 Flow zugehörigen Gruppe von Paketen geleitet werden, eine Zulässigkeitsprüfung nach Anspruch 1 oder 2 bzw. zwei Zulässigkeitsprüfungen nach Anspruch 3 durchgeführt werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- 20 - dass eine weitere Zulässigkeitsprüfung durchgeführt wird, wobei
 - die Zulässigkeitsprüfung mittels eines Grenzwertes für den gesamten über den Netzeingangsknoten ($Ingress(w)$) des Flows geleiteten Verkehrs durchgeführt wird, und
 - 25 - die Übertragung der Gruppe von Datenpaketen nicht zugelassen wird, wenn das Zulassen der Übertragung zu einem den Grenzwert ($Ingress(w)$) überschreitenden Verkehr bei dem Netzeingangsknoten (w) führen würde.

- 30 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- dass eine weitere Zulässigkeitsprüfung durchgeführt wird, wobei
 - 35 - die Zulässigkeitsprüfung mittels eines Grenzwertes für den gesamten über den Netzausgangsknoten ($Egress(v)$) des Flows geleiteten Verkehrs durchgeführt wird, und

- die Übertragung der Gruppe von Datenpaketen nicht zugelassen wird, wenn das Zulassen der Übertragung zu einem den Grenzwert ($Egress(v)$) überschreitenden Verkehr bei dem Netzausgangsknoten (v) führen würde.

5

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

- dass eine weitere Zulässigkeitsprüfung durchgeführt wird, wobei

- 10 - die Zulässigkeitsprüfung mittels eines Grenzwertes ($BBB(w,v)$) für den gesamten von dem Netzeingangsknoten ($Ingress(w)$) des Flows zu dem Netzausgangsknoten ($Egress(v)$) geleiteten Verkehrs durchgeführt wird, und
- 15 - die Übertragung der Gruppe von Datenpaketen nicht zugelassen wird, wenn ein Zulassen der Übertragung zu einem den Grenzwert ($BBB(w,v)$) überschreitenden Verkehr zwischen dem Netzeingangsknoten (w) und dem Netzausgangsknoten (v) führen würde.

- 20 8. Randknoten mit Mitteln zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

Zusammenfassung

Verkehrsbeschränkung bei paketerorientierten Netzen mittels
linkabhängiger Grenzwerte für den die Netzgrenzen passieren-
5 den Verkehr

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Zugangskontrolle ei-
nes paketerorientierten Netzes. Für eine Gruppe von Paketen
wird eine Zulässigkeitsprüfung mittels eines einen Teilab-
10 schnitt (L) des Netzes betreffenden Grenzwertes ($ILB(L,w)$,
 $ELB(L,v)$) durchgeführt, wobei der Grenzwert eine Grenze für
den gesamten über den Teilabschnitt (L) geleiteten Verkehr
darstellt, der über den Eingangsknoten (w) oder den Ausgangs-
knoten (v) des Netzes fließt. Die Übertragung der Gruppe von
15 Datenpaketen wird nicht zugelassen, wenn ein Zulassen der Über-
tragung zu einem den Grenzwert ($ILB(L,w)$, $ELB(L,v)$) über-
schreitenden Verkehr führen würde. Die Zugangskontrolle kann
für alle Teilabschnitte durchgeführt werden, über die Pakete
des Flows übertragen werden sollen. Durch die Zugangskontrol-
20 le können Überlastsituationen bzw. Blockierungen bei dem
Teilabschnitt (L) vermieden werden. Die erfindungsgemäße Zu-
gangskontrolle lässt sich mit weiteren Zugangskontrollen kom-
binieren, um so eine optimierte Auslastung des Netzes zu er-
reichen.

25

Fig.

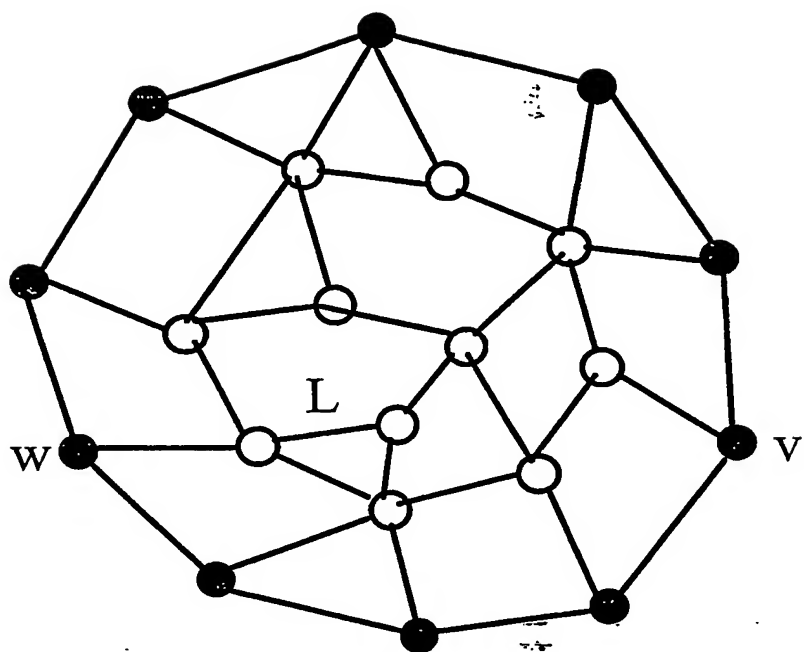


Fig.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.